

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-137162

(43)Date of publication of application : 16.05.2000

(51)Int.Cl.

G02B 13/24

G02B 13/14

G02B 13/22

G03F 7/20

H01L 21/027

(21)Application number : 10-309678

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 30.10.1998

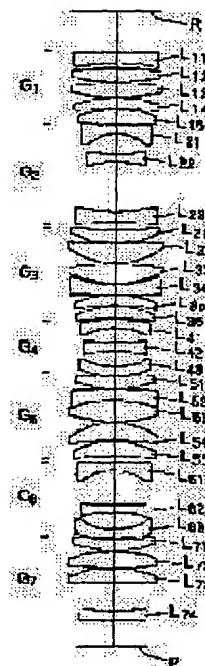
(72)Inventor : ENDO KAZUMASA

(54) PROJECTION OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a projection optical system which is primarily used for the projection transfer of a liquid crystal display device, which is sufficiently high in resolution, and which is provided with a fully wide exposure field.

SOLUTION: In a projection optical system in which an image on the first face R is formed on the second face P, assuming the maximum image height is Y (mm), the maximum numerical aperture on the image side is NA, a wave length used is λ (m), and the distance on the optical axis from the first face to the second is L (mm), each of the following conditional expressions is satisfied; $Y \geq 53$, $\lambda/NA \leq 2.1$, and $0.8 < \lambda \times Y^2 \times NA^2 / (2 \times L) < 2.5$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-137162

(P2000-137162A)

(43)公開日 平成12年5月16日(2000.5.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 B 13/24		G 0 2 B 13/24	2 H 0 8 7
13/14		13/14	2 H 0 9 7
13/22		13/22	5 F 0 4 6
G 0 3 F 7/20	5 0 1	G 0 3 F 7/20	5 0 1
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)			

(21)出願番号 特願平10-309678

(22)出願日 平成10年10月30日(1998. 10. 30)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 遠藤 一正

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

Fターム(参考) 2H087 KA21 LA01 NA04 PA15 PA17

PB20 QA01 QA06 QA07 QA18

QA21 QA25 QA34 QA39 QA41

QA42 QA45

2H097 AB09 CA17 GB01 LA10

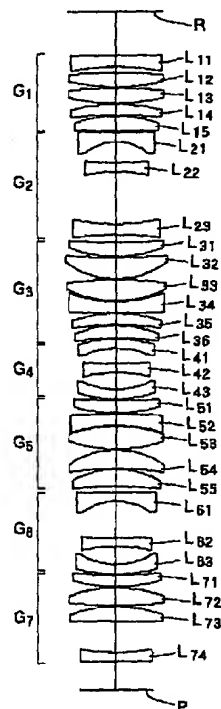
5F046 BA03 CB12 CB25

(54)【発明の名称】 投影光学系及び投影露光装置

(57)【要約】

【課題】主として液晶表示素子の投影転写に用いられ、解像力が十分に高く、しかも十分に広い露光フィールドを有する投影光学系を提供する。

【解決手段】第1面Rの像を第2面P上に形成する投影光学系において、最大像高をY (mm)とし、像側最大開口数をNAとし、使用波長を λ (μ m)とし、前記第1面から第2面までの光軸上の距離をL (mm)とするとき、 $Y \geq 5.3$ 、 $\lambda/NA \leq 2.1$ 、 $0.8 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 2.5$ なる各条件式を満たす。



$$Y \geq 53$$

$$\lambda / NA \leq 2.1$$

$$0.8 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 2.5 \quad \dots (2)$$

なる各条件式を満たすことを特徴とする投影光学系である。その際、 $\lambda = 0.365 \mu m$ とすることができる。

【0006】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記第1面側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、負の屈折力を有する第6レンズ群と、正の屈折力を有する第

$$Y \geq 31$$

$$\lambda / NA \leq 0.9$$

$$2.5 < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < 7.5 \quad \dots (3)$$

なる各条件式を満たすことを特徴とする投影光学系である。その際、 $\lambda \leq 0.248 \mu m$ とすることができる。

【0008】請求項4の発明は、請求項3の発明において、前記第1面側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群からなり、前記第1レンズ群の最も前記第1面側に配置されるレンズは、前記第2面側に凹面を向けた負レンズであり、前記第2レンズ群と第4レンズ群は、それぞれ、前記第1面側から順に、前記第2面側に凹面を向けた第1の負レンズと、第2の負レンズと、前記第1面側に凹面を向けた第3の負レンズを有することを特徴とする投影光学系である。

【0009】請求項5の発明は、請求項1～4のいずれか1項記載の投影光学系と、前記第1面を照明する照明光学系を有することを特徴とする投影露光装置である。本発明は更に、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の投影光学系を用いた露光方法において、前記第1面に設定されたマスクを照明する工程と、前記投影光学系によって前記マスクのパターン像を前記第2面に設定された感光性基板へ投影露光する工程を含む露光方法である。

【0010】一般に投影光学系の解像力は λ / NA に比例し、露光フィールドの面積は Y^2 に比例する。そして λ / NA と、 Y^2 と、 L との間には、

$$\alpha < \pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) < \beta \quad \dots (1)$$

なる関係がある。条件式(1)は、投影光学系の解像力と露光フィールドと全長の最適値を示している。解像度を保ったまま露光フィールドを拡大するためは、全長を拡大する必要があることをあらわしている。または、解像度を上げるには露光フィールドを縮小するか、全長を拡大する必要があることをあらわしている。また別の見方をすれば、全長を短くするためには解像度を下げるか、露光フィールドを小さくするかをあらわしている。

【0011】投影光学系の全長は、露光装置の高さを決定する要因の1つであり、使用するクリーンルーム環境

7レンズ群からなり、前記第1レンズ群の最も前記第1面側に配置されるレンズは、前記第2面側に凹面を向けた負レンズであり、前記第2レンズ群と第4レンズ群と第6レンズ群は、それぞれ、前記第1面側から順に、前記第2面側に凹面を向けた第1の負レンズと、第2の負レンズと、前記第1面側に凹面を向けた第3の負レンズを有することを特徴とする投影光学系である。

【0007】請求項3の発明は、

にも高さ制限があるため全長の最大値には制限が存在する。このため、下限値 α は解像度と露光フィールドに対する投影光学系の全長の最大値を決定するものである。また、高い解像度を保ったまま一度に露光できる領域が大きいほどスループットが向上できるため、投影光学系の理想値は条件式(1)の上限 β に近づく。しかし、全長を拡大せず、高い解像度を保ったまま一度に露光できる領域を拡大すると露光フィールド内において結像性能が悪化することになる。また、全長、露光フィールドを一定に保ったまま解像度を上げると露光フィールド内において結像性能が悪化することになるし、解像度、露光フィールドを一定に保ったまま全長を短くすると露光フィールド内において結像性能が悪化することになる。

【0012】条件式(2)は、露光波長が i 線程度のときにおける投影光学系の解像力と露光フィールドと全長の最適値を示している。解像度を保ったまま露光フィールドを拡大するためは、全長を拡大する必要があることをあらわしている。露光波長 i 線に対する半値幅を考慮すると、色収差補正が必須であり投影光学系の設計自由度が減少するため、条件式(2)は(1)に比べて狭くなる。特に、上限値が狭まる。

【0013】条件式(3)は、露光波長が $\lambda \leq 0.248 \mu m$ 程度のときにおける投影光学系の解像力と露光フィールドと全長の最適値を示している。解像度を保ったまま露光フィールドを拡大するためは、全長を拡大する必要があることをあらわしている。露光光に対する半値幅は狭帯化されるため、色収差補正範囲が狭くなり投影光学系の設計自由度が増加し、条件式(3)は(2)に比べ、上限値を大きくできる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面によって説明する。図1は本発明による投影光学系を備えた投影露光装置の一例を示す概略図である。照明光学系ILから発した照明光束は、レチクルステージRS上に載置されたレチクルR上のパターン面のうちの、照明フィールドIA内のパターン面を、均一に照明する。照明フィ

7	299.65447	20.54119	1.61301	166.5	L ₁₄ 8	810.69285	1.5
0000							
9	215.41525	27.05051	1.61301	166.5	L ₁₅ 10	∞	3.0
000011	∞	17.56622	1.61565	275.2	L ₂₁ 12	84.35283	
39.11713							
13	-705.31894	16.86015	1.61565	275.2	L ₂₂ 14	244.93061	97.1
4275							
15	-345.13996	19.44328	1.61301	166.5	L ₂₃ 16	511.91731	14.3
8320							
17	-1828.41400	26.85020	1.46393	430.0	L ₃₁ 18	-228.43073	1.5
0000							
19	-1754.11900	40.26369	1.46393	430.0	L ₃₂ 20	-149.63269	1.5
0000							
21	681.39278	38.91064	1.46393	430.0	L ₃₃ 22	-191.82083	1.5
0000							
23	-230.87776	20.57512	1.61565	275.2	L ₃₄ 24	-3701.98000	1.5
0000							
25	245.90554	19.42940	1.61565	275.2	L ₃₅ 26	447.12519	1.5
0000							
27	179.92521	24.30986	1.61565	275.2	L ₃₆ 28	553.16577	1.5
0000							
29	254.12611	17.39814	1.61565	275.2	L ₄₁ 30	140.67926	28.4
6434							
31	-602.63940	16.06753	1.61565	275.2	L ₄₂ 32	221.13267	31.6
3885							
33	-135.16354	18.20098	1.61565	275.2	L ₄₃ 34	-213.07882	1.5
0000							
35	-2826.85300	23.96964	1.61565	275.2	L ₅₁ 36	-259.95757	1.5
0000							
37	1350.06210	21.18247	1.61565	275.2	L ₅₂ 38	261.58523	1.5
0000							
39	247.91525	42.25741	1.46393	430.0	L ₅₃ 40	-261.38205	1.5
0000							
41	147.46218	34.10469	1.46393	430.0	L ₅₄ 42	513.53581	1.5
0000							
43	156.73097	30.96065	1.46393	430.0	L ₅₅ 44	726.99639	11.4
0901							
45	-5471.63900	16.18815	1.61301	166.5	L ₆₁ 46	104.28081	67.3
8087							
47	-1979.76100	16.39410	1.61565	275.2	L ₆₂ 48	277.19344	32.2
9678							
49	-124.97565	18.79339	1.61565	275.2	L ₆₃ 50	-263.71064	1.5
0000							
51	-896.02941	22.03524	1.61301	166.5	L ₇₁ 52	-263.99694	1.5
0000							
53	258.84557	32.74510	1.61301	166.5	L ₇₂ 54	-705.32502	1.5
0000							
55	247.43157	27.47929	1.61301	166.5	L ₇₃ 56	161046.03700	56.8
7645							
57	-349.48048	16.75373	1.61565	275.2	L ₇₄ 58	∞	50.0

39	-184.21245	20.97547	1.61565	275.2	$L_{53}40$	-308.03767	1.0
0000							
41	167.16416	38.06019	1.46393	430.3	$L_{54}42$	∞	1.0
000043	149.80526	30.18702	1.46393	430.3	$L_{55}44$	472.45704	
13.08588							
45	∞	16.31910	1.61301	166.5	$L_{61}46$	112.70626	68.1
5065							
47	-552.80267	16.06342	1.61565	275.2	$L_{62}48$	271.65717	37.3
7212							
49	-127.88784	18.43600	1.61565	275.2	$L_{63}50$	-207.57943	1.0
0000							
51	-1439.66400	20.36630	1.61301	166.5	$L_{71}52$	-330.65505	1.0
0000							
53	231.62113	32.19036	1.61301	166.5	$L_{72}54$	-857.26711	1.0
0000							
55	263.60607	25.43212	1.61301	166.5	$L_{73}56$	∞	45.0
034957	-332.28604	16.76277	1.61565	275.2	$L_{74}58$	∞	
50.00000							
59	∞						

【0023】図7は、本発明による投影光学系の第3実施例を示し、この投影光学系は、FED等の露光装置に組み込まれる両側テレセントリックな投影光学系である。この投影光学系は、レチクルR側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、負の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 と、負の屈折力を有する第4レンズ群 G_4 と、正の屈折力を有する第5レンズ群 G_5 からなる。

【0024】第1レンズ群 G_1 の最もレチクルR側に配置されるレンズ L_{11} は、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズである。また、第2レンズ群 G_2 には、レチクルR側から順に、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズ L_{22} と、負レンズ L_{23} と、レチクルR側に凹面を向けた負レンズ L_{24} が配置されており、第4レンズ群 G_4 には、レチクルR側から順に、ガラスプレートP側に凹面を向けた負レンズ L_{41} と、負レンズ L_{42} と、レチクルR側に凹面を向けた負レンズ L_{43} が配置されている。

【0025】レチクルRは1辺が6インチの正方形、露光波長はKrFエキシマレーザ光(248nm)で、 $NA=0.3$ で、解像力は $0.8\mu m$ 以下である。すなわち、 k をプロセス係数として、解像度 $=k \times \lambda / NA$ と表わすことができ、本実施例では $k=0.6$ であるから、解像度 $=0.5\mu m$ となる。投影倍率は $1/2.5$ 倍の縮小で、最大像高 Y は、 $Y=31.11mm$ である。したがって露光フィールドEAの形状を正方形とすれば、 $44mm \times 44mm$ の露光フィールドとなる。以下の表3に、第3実施例の諸元を掲げる。すべてのレンズの硝材は合成石英であり、合成石英の使用波長(248nm)での屈折率は、 1.508389 である。また、使用波長に狭帯域化された光束を使用する。それ故、表3の[レンズ諸元]では、屈折率 n とアッベ数 v を省略している。

【0026】

【表3】

[主要諸元]

$$\beta = 1/2.5 \quad NA = 0.3 \quad L = 1200mm$$

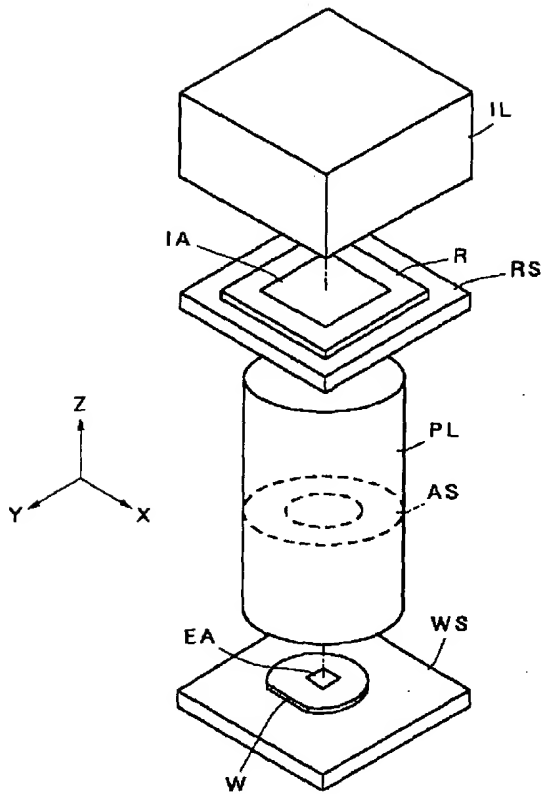
$$\lambda = 0.248\mu m \quad Y = 31.11 \quad EA = 44mm \times 44mm$$

$$\pi \times Y^2 \times NA^2 / (\lambda^2 \times L) = 3.71$$

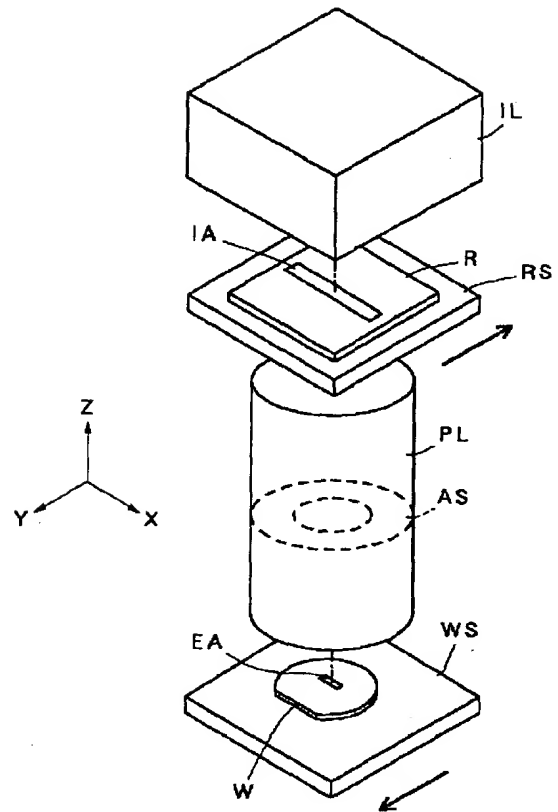
[レンズ諸元]

N o	r	d					
0	∞	100.54099	R 1	∞	23.49989	L_{11}	2 327.
21806	16.60623						
3	745.99255	24.29147	L_{12}	4	-792.67400	1.00000	
5	477.75742	25.30887	L_{13}	6	-1067.61000	1.00000	
7	397.56382	26.07925	L_{14}	8	-1506.22800	1.00000	
9	308.67554	27.77416	L_{15}	10	-1711.86500	1.00000	
11	255.43901	19.44571	L_{21}	12	134.49939	21.21029	

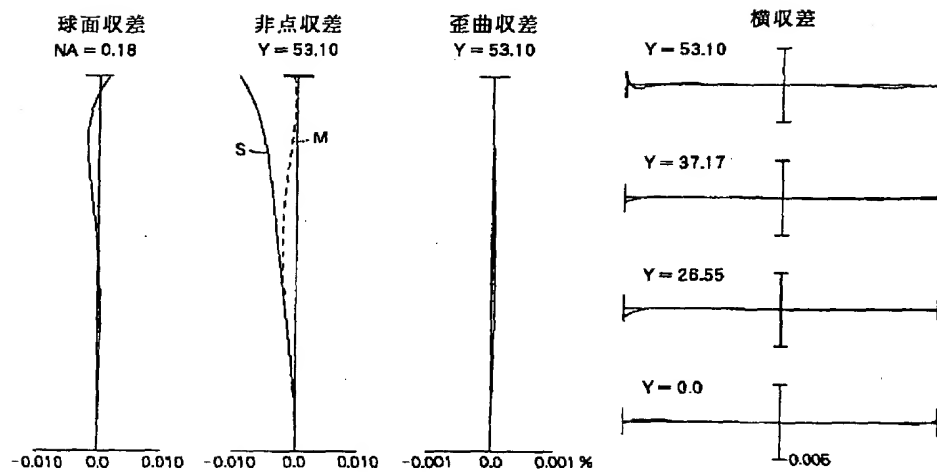
【図1】



【図2】



【図4】



【図 8】

